

2. Дальнейшие исследования в данном направлении должны включать разработку информационных подходов, позволяющих не только определять местонахождение трещины, но и их визуализировать, что дало бы возможность изначально прогнозировать стойкость штампового инструмента.

Список литературы: 1. Алиев И.С. Алиева Л.И., Лобанов А.И., Савчинский И.Г. Обеспечение стойкости штамповой оснастки// Металлообработка. – 2007. - №5. – С.22-28. 2. Маковой В.О., Стародуб М.П. Стійкість карбувальних штемплів. // Удосконалення процесів та обладнання обробки металів тиском в металургії та машинобудуванні: Тематич. зб. наук. пр. - Краматорськ, 2005.-С. 599-601. 3. Афанасьева Г.И., Евстратов В.А. О видах и причинах выхода из строя пуансонов для холодного обратного выдавливания стальных деталей // Кузнечно-штамповочное производство. - 1974. -№4. - С. 7-10. 4. Алалыкина А.А., Афанасьев С.В., Иссафов А.В., Шадричев Е.В. Повышение стойкости матриц для рельефной чеканки ювелирных изделий// Кузнечно-штамповочное производство. - 1988. - №1.- С. 25-27. 5. Васинюк И.М. Вихре-токовый индикатор дефектов ВИД-01 // Сварщик. -1998. -№3. – С.17. 6. Васинюк И.М., Писаренко Г.Г., Маковой В.О., Войналович О.В. Вихорострумовий дефектоскоп. Патент України на промисловий зразок. Бюлетень №1, 15.02.2001. 7. Войналович О.В., Писаренко Г.Г., Васинюк И.М., Копчевський П.М., Майло А.М., Голованов Ю.М. Візуалізація втомної пошкодженості елементів металоконструкцій / Механічна втома матеріалів. Праці XIII-го міжнародного колоквіуму (МВМ-2006), 25-28 вересня 2006 р. – Тернопіль: Тернопільський ДТУ ім. І. Пулюя, 2006. –С. 322-325. 8. Васинюк И.М., Васинюк С.И. Виртуальный вихретоковый дефектоскоп / Пошкодження матеріалів під час експлуатації; методи його діагностування і прогнозування. Праці конференції, 21-24 вересня 2009 р. – Тернопіль: Тернопільський ДТУ ім. І. Пулюя, 2009. – С. 193 – 196.

УДК 621.771.63

ПЛЕСНЕЦОВ Ю.А., канд. техн. наук, ст. н. с. НТУ «ХПИ», г. Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Испытаниями образцов на растяжение и на изгиб установлено, что в рифленом профиле значения σ_t и σ_b повышаются на 21,8% и 7,2%, δ_5 снижается на 16,9% по сравнению со стандартным профилем, сопротивление прогибу рифленого профиля вплоть до упруго-пластического состояния также выше на 21,5%.

Ключевые слова: профиль гнутый, упрочненный, испытания, растяжение, изгиб, прогиб

Випробуваннями зразків на розтягування та згинання встановлено, що в профілі з рифленнями значення σ_t та σ_b зростають на 21,8% і 7,2%, δ_5 знижується на 16,9% у порівнянні зі стандартним профілем, супротив прогинання профілю з рифленнями впритул до пружно-пластичного стану також вищий на 21,5%.

Ключові слова: профіль гнутий, зміцнений, випробування, розтягування, згинання, прогин

During the testing of samples by tension and bending was set that in a profile with knurls values of σ_t and σ_b do increase by 21,8% and 7,2%, δ_5 decreases by 16,9% in comparison with standard profile, resistance against caving in is also higher by 21,5%

Keywords: bended profile, hardened, testing, tension, bending, caving in

Механические свойства гнутых профилей в настоящее время определяются потребителями исходя из свойств исходной заготовки, без учета деформационного упрочнения. Представляются важными и актуальными исследования, позволяющие

оценить изменение свойств деформационно упрочненных и аналогичных неупрочненных гнутых профилей по отношению к свойствам исходной листовой заготовки.

Цель исследований - определение величин изменения характеристик механических свойств корытного гнутого профиля 80x60x32x2,5 мм, упрочненного формовкой рифлений на участках, не подвергающихся деформационному упрочнению при профилировании, по сравнению с аналогичным неупрочненным профилем.

Известно [1], что механические свойства гнутых профилей с достаточной степенью точности могут быть определены расчетным способом, при котором учитывается уровень свойств характерного элемента профиля и его доля в площади поперечного сечения. Для гнутых уголков, швеллеров и сварных замкнутых профилей различие результатов, полученных расчетным способом и путем натурных испытаний полнопрофильных образцов, не превышает 2,5% [1-4].

Ввиду того, что для корытных гнутых профилей, как упрочненных рифлениями, так и неупрочненных такие исследования ранее не проводились, в настоящей работе характеристики механических свойств профилей определяли двумя методами – расчетным и путем натурных испытаний.

На рис. 1 приведен график изменения механических характеристик по сечению профилей, полученный при испытании образцов, отобранных от характерных элементов сечения.

Анализ характера распределения механических свойств по сечению профилей, позволяет выделить два факта:

1. Прочностные свойства угловых участков 4 и 6 неупрочненных профилей (рис. 1), прилегающих к горизонтальной и вертикальной стенкам, на 60...70 Н/мм² выше аналогичных участков 2 и 8 полок. Такое же распределение свойств наблюдается на аналогичных участках 6, 10 и 2, 14 упрочненных профилей.

2. Плоские участки стенок неупрочненного профиля (3, 5, 7) имеют практически такие же механические свойства, как и плоские участки полок (1, 9), т.е. не отличаются от свойств исходной заготовки.

В упрочненном профиле плоские участки стенок (3, 5, 7, 9, 11, 13) имеют предел текучести (σ_T) на 80...120 Н/мм² и предел прочности (σ_B) на 30...50 Н/мм² выше, чем плоские участки полок (1, 15). Очевидно, это связано с тем, что относительно небольшие по протяженности плоские участки между рифлениями и углами упрочненных профилей также вовлекаются в пластическую деформацию и вследствие этого упрочняются.

В табл. 1 приведены характеристики механических свойств неупрочненного и рифленого профилей, полученные расчетным путем по данным испытания образцов, отобранных от характерных элементов профилей.

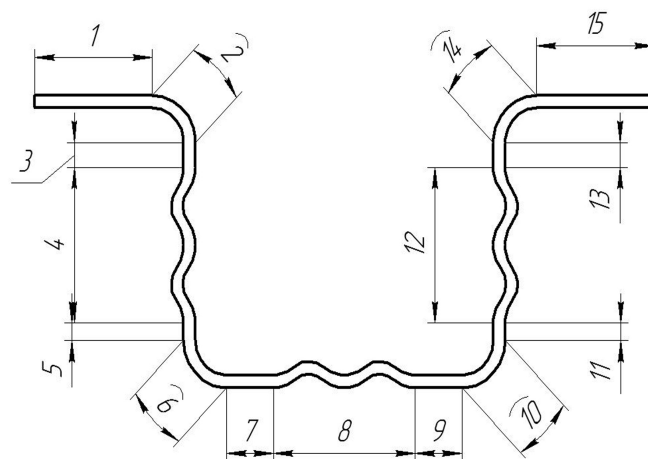
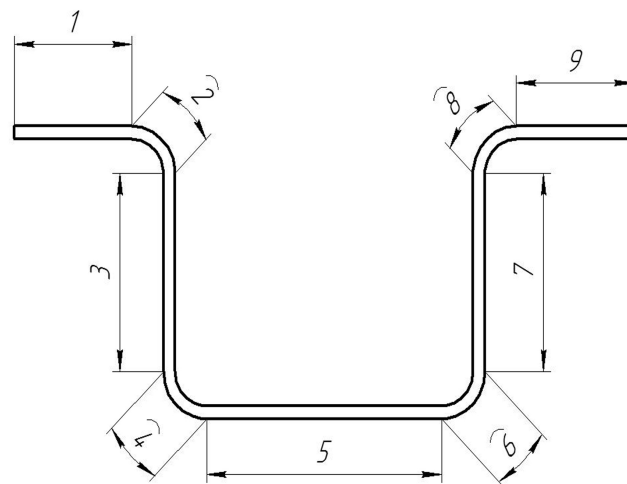
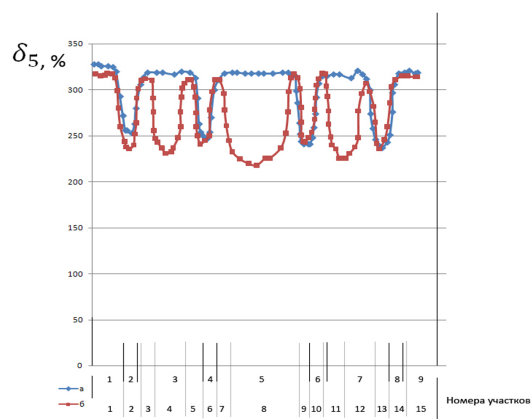
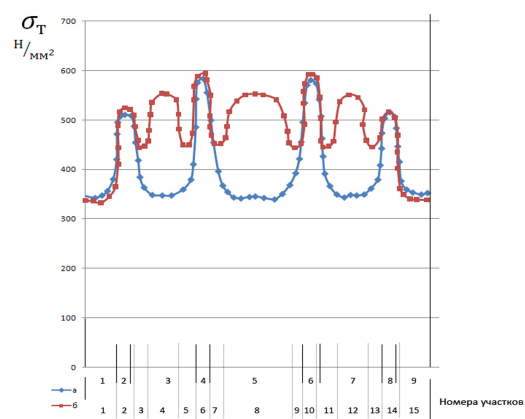
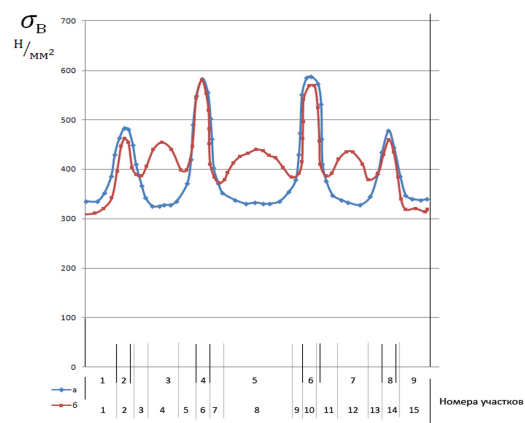


Рис. 1. График изменения механических свойств по сечению корытного профиля 80x60x32x2,5 мм: а) неупрочненного; б) упрочненного

Таблица 1

Отклонения механических свойств на элементах неупрочненного профиля и рифленого профиля по сравнению с заготовкой

Параметр	Значение параметра			Δ , (%)	Δ_1 , (%)	Δ_2 , (%)
	I	II	(III)			
σ_T , Н/мм ²	354	390		489	+10,2	+38,1

σ_B , Н/мм ²	525	543	568	+3,4	+8,2	+4,6
Δ_5 , %	32,3	30,8	27,0	-4,6	-16,4	-12,3

Примечания:

1. Численное значение параметра: заготовки (I), неупрочненного профиля (II), рифленого профиля (III).

2. Относительное изменение свойств:

- неупрочненного профиля по сравнению с заготовкой (Δ);
- рифленого профиля по сравнению с заготовкой (Δ_1);
- рифленого профиля по сравнению с неупрочненным профилем (Δ_2).

Обращает на себя внимание тот факт, что формовка рифлений на стенках профиля наиболее интенсивно повышает важнейшую прочностную характеристику – предел текучести.

Для рассматриваемого случая, по сравнению с исходной заготовкой σ_T имеет прирост около 40%. По сравнению с неупрочненным профилем увеличение этой характеристики также велико и составляет ~ 25%. Предел прочности, как и следовало ожидать, возрастает в меньшей мере – на 8,2% по сравнению с заготовкой и на 4,6% по сравнению с неупрочненным профилем.

В отличие от прочностных характеристик, пластические свойства упрочненных профилей заметно снижаются. Если характеристика δ_5 для неупрочненного профиля на 4,6% ниже, чем у исходной заготовки, то для упрочненного профиля такое снижение составляет свыше 16%, а относительно неупрочненного ~ 12%.

Комплексное представление о свойствах профиля в целом дают натурные испытания полнопрофильных образцов (рис. 2).

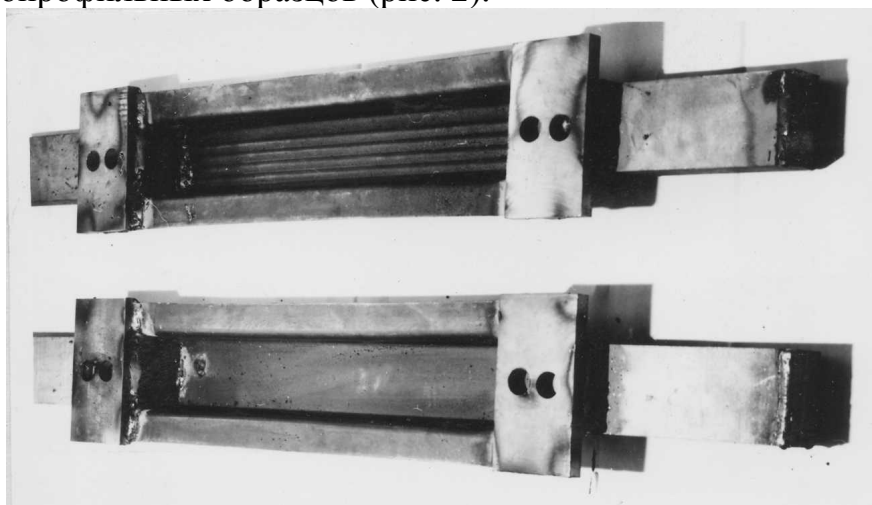


Рис. 2 Полнопрофильные образцы для механических испытаний рифленых и неупрочненных корытных профилей

Результаты испытаний рифленого и неупрочненного профилей в сопоставлении с данными расчетного способа приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения характеристик механических свойств профилей, полученные расчетным методом и испытаниями полнопрофильных образцов

Параметр	II			III			Δ_{IV} , %	
	1	2	(Δ_{II}) , %	1	2	(Δ_{III}) , %	1	2

σ_T , Н/мм ²	390	413	+5,5	489	505	+3,2	+25,4	+22,3
σ_B , Н/мм ²	543	544	+0,2	568	583	+2,6	+4,6	+7,2
δ_5 , %	30,8	23,5	-31,0	27,0	20,1	-34,0	-12	-16,9

Примечания:

1. Численное значение параметров:

- для неупрочненного профиля (II), расчетный метод (1), испытания полнопрофильных образцов (2);

- для рифленого профиля (III), расчетный метод (1), испытания полнопрофильных образцов (2).

2. Расхождение значений параметров при использовании результатов расчетного метода (1) и результатов испытаний полнопрофильных образцов (2):

- для неупрочненного профиля (Δ_{II});

- для рифленого профиля (Δ_{III});

- для рифленого профиля по сравнению с неупрочненным (Δ_{IV}).

Анализ результатов, приведенных в табл. 2, показывает, что для предела прочности расхождение не превышает 3%, для предела текучести 5,5%. К числу важных результатов следует также отнести превышение (*во всех случаях*) прочностных характеристик, полученное при испытаниях полнопрофильных образцов по отношению к результатам, полученным расчетным методом. Следовательно, полученные в качестве допустимых, расчетные значения прочностных характеристик *не превзойдут* действительных значений.

Вместе с тем, если для прочностных характеристик сравнение результатов, полученных двумя методами, позволяет судить о сходимости полученных результатов, то при определении δ_5 этими методами можно сделать вывод о том, что при испытаниях полнопрофильных образцов полученные значения будут существенно ниже, чем при расчетном способе. В то же время абсолютные значения этой характеристики достаточно высоки, как для неупрочненных профилей ($\delta_5=23,5\%$), так и для рифленых профилей ($\delta_5=20\%$).

Очевидно, что полученный результат может быть объяснен сильно развитой поверхностью (большим отношением ширины образца к его толщине) у полнопрофильных образцов. Так, для плоских образцов толщиной 2...3 мм по ГОСТ 1497 это отношение составляет 6,5...10, для полнопрофильных образцов – 91,3.

Объяснение механизма снижения пластичности рифленого профиля возможно по аналогии с тонкими полосами и фольгами, у которых на стандартных образцах также имеет место высокое отношение ширины к толщине, и которые также характеризуются снижением относительного удлинения по сравнению с массивными образцами [4]. Это явление можно объяснить тем, что при малой по сравнению с шириной толщине образца, в нем в процессе растяжения не возникает объемного напряженного состояния, характерного для круглых и массивных плоских образцов при развитии шейки. Напряженное состояние вплоть до момента разрыва можно считать для тонких образцов близким к плоскому, когда третья составляющая напряжения, действующая по толщине образца, близка к нулю.

Сравнение значений механических свойств неупрочненных и рифленых профилей, полученных при испытании полнопрофильных образцов (табл. 2), показывает, что предел текучести последних возрос на 22,3%, предел прочности – на 7,2%

при снижении относительного удлинения на 16,9%. Эти результаты достаточно близки к данным, полученным расчетным путем.

Учитывая условия работы упрочненного корытного профиля в конструкции тракторного прицепа (изгиб совместно с приваренным к его полкам листом толщиной 2,5мм), весьма важными для оценки качества металлоконструкций с использованием рифленых профилей являются их испытания на изгиб совместно с листом.

Для исследований был принят изгиб образцов профилей (рис. 3) с приваренными к полкам листами из стали 09Г2 толщиной 2,5 мм. Изгибающая нагрузка прикладывалась со стороны приваренных листов (рис. 4). Такие испытания наиболее точно моделируют условия эксплуатации профиля в конструкции тракторного прицепа.

При испытаниях фиксировали нагрузку, соответствующую прогибу образца в его средней части. На рис. 5 приведены результаты испытаний, которые свидетельствуют о большей сопротивляемости изгибающим нагрузкам профилей, упрочненных рифлениями по сравнению с неупрочненными.

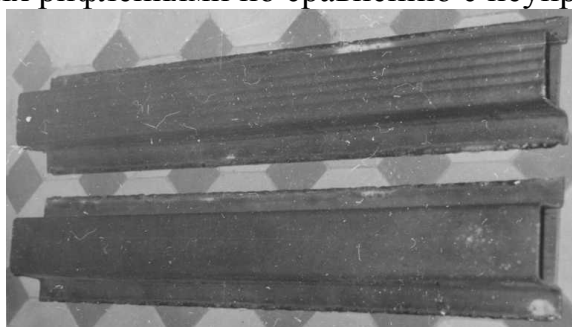


Рис. 3. Образцы для испытаний корытных профилей на изгиб.

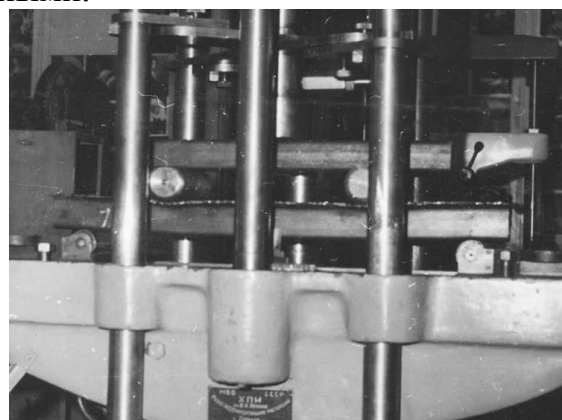


Рис. 4. Испытание корытных профилей на изгиб

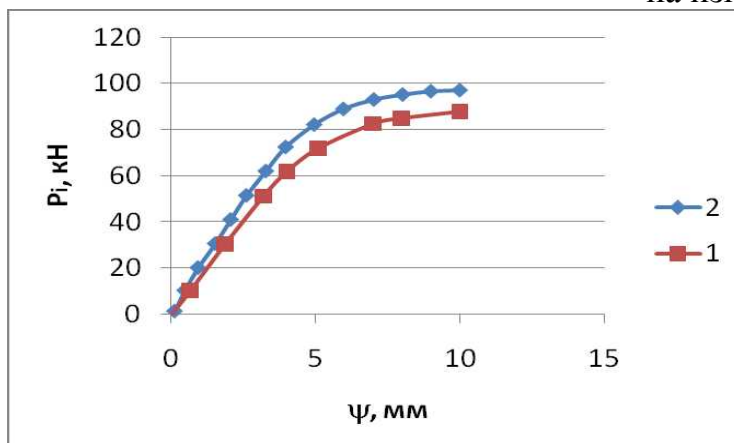


Рис. 5. Зависимость величины прогиба (ψ) от нагрузки (P_i) при изгибе неупрочнённых (1) и упрочнённых (2) корытных профилей 80x60x32x2,5мм

Результаты испытаний показали, что в области упругих деформаций, вплоть до упругопластических их значений (прогиб до 3мм) рифленый профиль более чем на 21% прочнее, чем аналогичный неупрочненный (рис. 6). Полученные графики величины прогиба (ψ) от нагрузки (P_i) при изгибе неупрочнённых и упрочнённых корытных профилей аппроксимированы функциями вида (рис.5):

- для графика 1

$$P_i = -1,1\psi^2 + 19,74\psi - 1,4;$$

- для графика 2

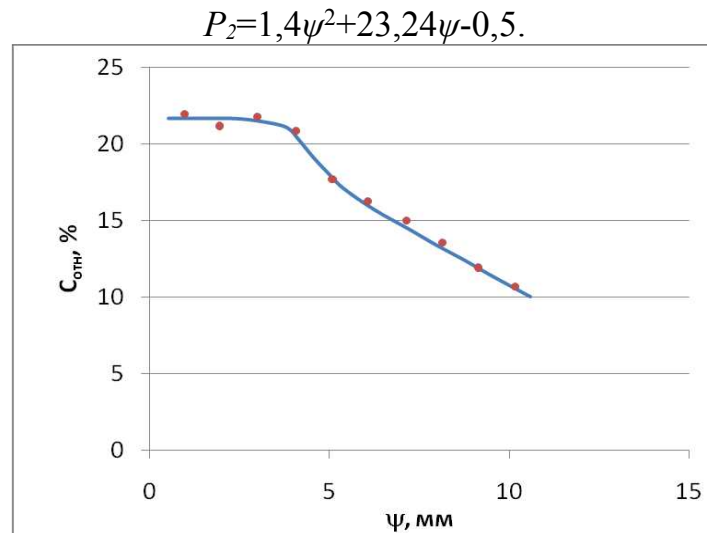


Рис. 6. Изменение прироста жёсткости рифленого профиля ($C_{отн}$) с увеличением стрелы прогиба

Экспериментальные результаты исследования изменения прироста жёсткости рифленого профиля (C) с увеличением стрелы прогиба (ψ) (рис. 6) аппроксимированы функцией вида

$$C_{отн}=0,03\psi^3-0,5\psi^2+1,4\psi+21,$$

где $C_{отн}$ – относительный прирост жёсткости рифленого профиля с увеличением стрелы прогиба, определяемый по формуле

$$C_{отн} = \frac{C_{риф} - C_{гл}}{C_{гл}} 100,$$

где $C_{риф}$ – жесткость рифленого профиля;

$C_{гл}$ – жесткость неупрочненного (гладкого профиля)

В настоящее время в конструкции тракторных прицепов применяется корытный профиль 80х60х32х3мм. Сравнивая выражения для прочностного расчета при изгибной нагрузке (характерной для эксплуатации данного профиля в конструкции) применяющегося в настоящее время профиля и рекомендуемого для применения упрочненного профиля 80х60х32х2,5мм

$$\sigma_{\dot{o}} = \frac{\dot{I} \cdot \dot{\epsilon}_C}{W_{XO}} \text{ и } \sigma_{\dot{o}P} = \frac{\dot{I} \cdot \dot{\epsilon}_C}{W_{XP}}, \quad (1)$$

где σ_{τ} и $\sigma_{\tau P}$ – предел текучести материала сечения неупрочненного и рифленого профилей, соответственно;

W_{XO} и W_{XP} – моменты сопротивления корытных профилей 80х60х32х3мм и рифленого 80х60х32х2,5мм, соответственно.

При равной нагрузке эти выражения можно представить в виде

$$\sigma_{\dot{o}} \cdot W_{XO} = \sigma_{\dot{o}P} \cdot W_{XP}; \quad (2)$$

или

$$\frac{W_{XO}}{W_{XP}} = \frac{\sigma_{\dot{o}P}}{\sigma_{\dot{o}}}. \quad (3)$$

С учетом результатов полнопрофильных испытаний, выражение (3) можно записать в виде

$$\frac{W_{XO}}{W_{XP}} \leq 1,215. \quad (4)$$

На основании прочностного анализа конструкций, в соответствии с которыми профили рассматриваются в качестве системы пластинок, жестко соединенных вдоль мест изгиба (при условии, что для каждого элемента профиля прочностные условия соблюдаются), профиль можно считать удовлетворяющим условиям прочности в том случае, когда для каждого элемента профиля (стенки или полки) соблюдалось условие (4).

С использованием общеизвестных зависимостей для определения геометрических характеристик сечений, установлено, что условие (4) соблюдаются для каждого элемента профиля 80х60х32х2,5мм, что позволяет рекомендовать его для использования в тракторных прицепах.

Выводы

1. Испытаниями на растяжение полнопрофильных образцов установлено, что в рифленом профиле пределы текучести и прочности на 21,8%, 7,2% выше, относительное удлинение на 16,9% ниже, чем у аналогичного неупрочненного профиля.

2. При испытаниях на изгиб сопротивляемость прогибу рифленого профиля вплоть до упругопластического состояния на 21,5% выше, чем у неупрочненного профиля.

3. Прочностные характеристики профиля, определенные расчетным методом, имеют достаточную сходимость с результатами испытаний полнопрофильных образцов. Расхождение не превышает 3%.

4. Выполнен анализ, в результате которого установлена возможность замены в конструкции тракторных прицепов корытного профиля 80х60х32х3мм аналогичным профилем толщиной 2,5мм из упрочненной рифлениями заготовки.

Список литературы: 1. *Тришевский И.С.* Зависимость механических свойств холодногнутого профиля от механических свойств исходных заготовок / Тришевский И.С., Гамерштейн В.А., Акимов Э.П. // Сб. Высокоэкономичные гнутые профили проката. – М.: Металлургия, 1985. – С. 202-213. 2. *Плеснецов Ю.А.* Новая технология валковой формовки упрочненных листовых профилей с поверхностью противоскольжения // Вестник НТУ «ХПИ», № 47. - Харьков: НТУ «ХПИ». – 2004. – С. 17-19. 3. *Плеснецов Ю.А.* Новая технология валковой формовки специальных деформационно упрочненных гнутых профилей с поверхностью противоскольжения для строительства. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2004. – 6 (12). - С. 71-72. 4. *Тришевский И.С.* Механические свойства гнутых профилей проката / Тришевский И.С., Клепанда В.В. – К.: Техника, 143 с.

УДК 621.73

КИРИЕНКО А. И., канд. техн. наук, директор ГП «Орган по сертификации УкрНИИМет-СЕРТ»

ДСТУ ISO 9001:2009, СЕРТИФИКАЦИЯ – СВИДЕТЕЛЬСТВО НАПРАВЛЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ НА ВЫСОКУЮ КОНКУРЕНТНУЮ СПОСОБНОСТЬ

Рассмотрены отдельные требования новой версии международного стандарта ISO 9001, корректное выполнение которых влияет на результативность системы менеджмента качества продукции предприятия.

Ключевые слова: ISO 9001, система управления качеством, результативность.